



IFW

PATENT  
02581-P0559A WWW

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants	Fang Lei, <i>et al.</i>
Serial No. 10/816,415	Filing Date: April 1, 2004
Title of Application:	Lens and Method for Producing a Lens
Confirmation No. 8835	Art Unit: 2873
Examiner	

Commissioner for Patents  
Post Office Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**Submission of Priority Document**

Dear Sir:

Applicants hereby submit a certified copy of the priority document,  
German Application No. 101 48 532.8, to perfect Applicants' claim of priority.

Respectfully submitted,

Wesley W. Whitmyer, Jr., Registration No. 33,558  
Attorney for Applicants  
ST.ONGE STEWARD JOHNSTON & REENS LLC  
986 Bedford Street  
Stamford, CT 06905-5619  
203 324-6155

**Mailing Certificate:** I hereby certify that this correspondence is today being deposited  
with the U.S. Postal Service as *First Class Mail* in an envelope addressed to:  
Commissioner for Patents and Trademarks; Post Office Box 1450; Alexandria, VA  
22313-1450.

December 7, 2004

Catherine E. Flood

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

101 48 532.8

Anmeldetag:

01. Oktober 2001

Anmelder/Inhaber:

Karl Storz GmbH & Co KG,  
78532 Tuttlingen/DE

Bezeichnung:

Linse und Verfahren zur Herstellung einer Linse

IPC:

G 02 B, B 24 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. November 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

Brosig

## Linse und Verfahren zur Herstellung einer Linse

### Beschreibung

5 Die Erfindung bezieht sich auf eine Linse zum Einsatz in optischen Systemen.

Optische Linsen kommen zum Einsatz in einer Vielzahl optischer Geräte, beispielsweise Fernrohren – und Gläsern, Mikroskopen, Endoskopen und anderen Sehrohren wie Technoskopen, Periskopen und dergleichen.

10

Optische Linsen sind in den genannten Anwendungsgebieten in der Regel in einem Schaft nacheinander, aneinander anliegend oder mit Abstand zueinander als ein Linsensystem angeordnet.

15

Dabei sind die Linsen eines Systems bezüglich des Schafts fixiert, indem sie an ringförmigen Außenabschnitten ihrer Stirnflächen durch eine Fixiereinrichtung angedrückt werden. Eine örtliche Fixierung mehrerer Linsen zueinander kann erfolgen, indem die Linsen Scheitel-an-Scheitel aneinander angelegt werden oder Abstandshülsen, die Linsen an ringförmigen Außenabschnitten ihrer Stirnflächen berühren, zwischen je zwei benachbarten Linsen festgepresst werden.

20

Insbesondere bei Endoskopen aber auch bei anderen Sehrohren werden Linsen oft in der Form von Stablinsen eingesetzt.

25

Bei Stablinsen wird in einem ersten Bearbeitungsschritt die gesamte Außenfläche geschliffen. Alle optisch wirksamen Flächen werden in einem weiteren Bearbeitungsschritt zur Erzeugung möglichst glatter Flächen poliert, eine Oberflächenbearbeitung, die zu spiegelnden Oberflächen führt.

30

Dieses Polieren wird für alle optisch nicht wirksamen Flächen, d.h. im Normalfall an allen radialen, üblicherweise zylindrischen Umfangsflächen, weggelassen. Dadurch wird optimale Transmission gewährleistet und unerwünschte Reflexionserscheinungen verhindert. Das an diesen optisch nicht wirksamen Flächen durchgeführte Linsenschleifen ist allerdings ein Verfahren, bei dem mikroskopisch gesehen Partikel aus dem Linsenmaterialverbund herausgerissen werden, was mechanische Grenzflächenkräfte mit sich bringt, die oftmals ein Herausreißen tieferliegender Partikel und somit Risse bewirken.

35

Bei Systemen aus Stablinsen insbesondere mit längeren Schäften, wie sie vor allem in der Endoskopie vorkommen, existiert ein Problem bezüglich Biegebelastungen, die auf den Schaft aufgebracht werden. Der Schaft, der durch seinen relativ zur Länge geringen Durchmesser verhältnismäßig biegeweich ist, überträgt Biegemomente, die die Stablinsen brechen lassen können.

Um dies zu verhindern, sind in der Druckschrift DE 31 13 110 knochenförmige Stablinsen vorgeschlagen, deren Durchmesser im axial mittleren Abschnitt der radialen Umfangsfläche geringer ist als an deren axialen Enden. Bei der Biegung des Schafts berührt dieser die Stablinsen nur an ihren vorderen und hinteren Endabschnitten, und folglich werden nur geringe Biegemomente auf die Stablinsen übertragen.

Bei der Montage der Linsen in den Schaft treten weitere mechanische Belastungen auf, z.B. durch das Verdrehen von schraubbaren Fixiereinrichtungen gegen die ringförmigen Außenabschnitte der Stirnflächen zu fixierender Linsen.

Da Linsen und Abstandshalter bei den meisten genannten Systemen mit Spiel in den Schaft eingesetzt werden, kann es ferner zu Reibbewegung zwischen benachbarten dieser Bauteile und/oder dem Schaft kommen.

Außerdem treten beim Einsatz von Linsen in einem der genannten Systeme neben genannter Biegebelastung weitere Belastungen auf, etwa Stoß- oder Biegestoßbelastungen, wenn das entsprechende Linsensystem z.B. beim Herunterfallen auftrifft.

Außer mechanischen Belastungen kommen insbesondere in der Endoskopie thermische Belastungen auf das Linsensystem vor. Zum Einen beim Einführen eines kalten Endoskopschafts in den menschlichen Körper, so dass sowohl zeitlich, beim Ein- und Ausführen des Endoskopschafts eine Temperaturänderung auftritt, als auch örtlich ein Temperaturgradient zwischen außerhalb des Patientenkörpers und im Patientenkörper liegendem Endoskopschaftabschnitt besteht. Zum Anderen vor allem beim Autoklavieren (134°C), einer Behandlung, um das Endoskop keimfrei zu machen.

Da das Linsenmaterial Glas und die Materialien des Schafts und von Abstandshaltern, üblicherweise Stahllegierungen, unterschiedliche Wärmedehnungskoeffizienten aufweisen, kommt es zu Relativbewegungen zwischen benachbarten Linsen und Abstandshalter bzw. Linsen und dem Schaft. Auch diese Bewegungen leiten Reibungskräfte in die Linse ein.

Bei Biegung des Schafts werden wesentliche Kräfte genau an der Kante zwischen optisch wirksamer Fläche der Linse und ihrer radialen Umfangsfläche aufgenommen. An oder nahe dieser Kante werden zudem von den oben erwähnten Reib- und Stoßkräften zumindest diejenigen aufgenommen, die von Abstandshülsen oder allgemein axialen Haltern der Linse im System auf die Linse aufgebracht werden. Wenn Kräfte an eine Kante oder nahe einer Kante anliegen, brechen Kantenbereiche des belasteten Materials besonders leicht aus, und zwar umso mehr, je spitzwinkliger die Kante ist.

Um die Gefahr eines derartigen Ausbrechens zu verringern, wird üblicherweise die Linse mit einer Fase, der Facette, versehen, die sich zwischen der optisch wirksamen Fläche und der radialen Umfangsfläche der Linse befindet.

Trotz dieser Maßnahme kann Ausbrechen von Linsenteilen an und nahe eben dieser Kanten nicht ausreichend verhindert werden.

Somit ist die Aufgabe der Erfindung, Linsen anzugeben, bei denen derartige Linsenbrüche noch wirksamer verringert oder verhindert werden.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass bei einer Linse mit einer Oberfläche, die einen oder mehrere optisch wirksame und einen oder mehrere optisch nicht wirksame Bereiche aufweist, mindestens ein optisch nicht wirksamer Oberflächenbereich mindestens in einem Oberflächenteilbereich glatt ist.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen 2 bis 10, 22 und 23, bzw. 11 bis 21 dargelegt.

Durch eine wesentliche Wirkung der Erfindung werden Mikrorisse, die durch Facettenherstellung oder Schleifen der gesamten Linse inklusive später nicht zu optisch wirksamen Flächen verarbeiteten Oberflächenbereichen verursacht werden, in Anzahl und Tiefe verringert oder beseitigt.

Die nicht zu optisch wirksamen Flächen verarbeiteten Oberflächenbereiche können dabei Facetten, ebenso aber auch radiale Umfangsflächen der Linse sein, in letzterem Fall insbesondere axiale Endabschnitte der radialen Umfangsflächen, an denen bei Biegung sehr hohe Kräfte auf die Linse wirken.

Bei Schaftbiegung sind bei knochenförmigen Linsen die einzigen einen Linsenschaft berührenden Flächen die auf der Linsenumfangsfläche axial äußeren und inneren

Endabschnitte der radialen äußeren Umfangsflächen, die gegenüber den axial inneren radialen Umfangsflächen der Knochenform-Linse erweitert sind.

5 Die erfindungsgemäß bearbeiteten Linsen sind dabei vorzugsweise solche, die Einsatz in einem Linsensystem finden, bei dem mindestens eine der Linsen mit einer hülsenartigen Einrichtung befestigt wird und/oder mindestens ein ebenso hülsenartiger Abstandshalter zwischen Linsen verwendet wird. In derartigen Linsensystemen werden insbesondere Stablinsen verwendet.

10 Durch erfindungsgemäße Behandlung wird die Oberfläche der mindestens einen optisch nicht wirksamen Fläche der Linse sowohl bezüglich der Tiefe der Rauigkeit als auch bezüglich der Feinstruktur der Rauigkeit, d.h. Scharfkantigkeit der mikroskopischen Erhebungen, behandelt.

15 Die erfindungsgemäße Oberflächenbehandlung lässt die Oberfläche feiner werden als herkömmliche Schleifbearbeitung.

20 Gemäß einem Aspekt der Erfindung wird die mindestens eine optisch nicht wirksame Fläche der Linse aus einem Stablinsensystem so glatt, dass Ihre Oberfläche gemäß ISO 10110 spiegelnd ist.

Die demgemäß behandelte Oberfläche ist dann derart, dass man von einer polierten Oberfläche spricht.

25 Hierbei kann die erfindungsgemäße Oberflächenbehandlung ein Polieren sein, das bezüglich der auf der Häufigkeit von Mikrodefekten basierenden Rauigkeits-Iso-Norm zu Klasse P1 oder P2, in Sonderfällen noch feiner, führt.

30 Das erfindungsgemäße Polieren der Linse kann entweder als herkömmliches Polieren mit später genauer bezeichneten geeigneten Körnung und Härte aufweisenden Poliermitteln in Form einer Paste oder dergleichen oder als ein Polierschleifen erfolgen, wobei das jeweilige Poliermittel an einen Poliermittelträger gebunden, bzw. in ihn eingefügt ist, so dass eine geeignete Poliermittelrauigkeit an der Oberfläche aufgewiesen ist.

35 Poliermittelträger sind Pech, Hartgewebe, Hartpapier, PU-Folien, Filz, Kunststoff, z.B. Gießharze, können aber auch viele andere Materialien oder Materialienverbunde sein.

Als Poliermittel, d.h. polierende Bestandteile, kommen Ceroxid, Eisenoxid, Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid und andere Metalloxide in Frage. Vorzugsweise werden Diamantkörner

der Korngröße D7 verwendet. Hierbei sind geringere Korngrößen wie D5 oder kleiner denkbar, wodurch allerdings die Bearbeitungszeit verlängert wird.

5 Bei allen genannten Polierbehandlungen muss die Polierzeit mit verringertem Anpressdruck und/oder verringerter Geschwindigkeit des Poliermittels über der zu behandelnden Oberfläche steigen. Die Polierzeit, der Anpressdruck und die Poliermittelgeschwindigkeit sind in geeigneter Weise abhängig von den Parametern der zu behandelnden Oberfläche wie z.B. Glasart und Behandlungsparametern wie z.B. Temperatur anzupassen.

10 Die Erfindung schlägt alternativ zur Polier-Bearbeitung der mindestens einen optisch nicht wirksamen Fläche einer Linse auch ein spanfreies Bearbeiten der optisch nicht wirksamen Fläche der Linse vor, bei dem mit schnell und mit Anpressdruck darüber bewegtem Bearbeitungsmittel auf der bearbeiteten Oberfläche eine derartige Reibungswärme entsteht, dass dadurch die äußeren Oberflächenschichten der optisch nicht wirksamen  
15 Fläche der Linse in einen aufgeschmolzenen oder einen Übergangs-Zustand überführt werden, der ein Grenzzustand zwischen fester und flüssiger Phase ist. Durch dieses Aufschmelzen bzw. bei dem Übergangszustand findet gegebenenfalls unter Aufbringen von Druck ein Verschmelzen von Rissen ebenso wie von Unebenheiten statt, die als Oberflächenrauigkeit auf der oder den optisch nicht wirksamen Flächen der Linse  
20 bestanden haben. Die Oberfläche wird in ihrer Rauigkeit dann quantitativ, d.h. bezüglich Rauigkeitstiefe, ebenso wie qualitativ, d.h. bezüglich der Form von mikroskopischen Spitzen und Tälern der Rauigkeitsfläche, glatt.

25 Hierbei kann die Geschwindigkeit der Bewegung ebenso wie ein gegebenenfalls zusätzlich aufgebrachter Anpressdruck konstant oder veränderlich und in beiden Fällen bezüglich Linsengröße, Glasart, vorhandenen Rissen und gewünschter Oberflächenrauigkeit eingestellt bzw. gesteuert sein.

30 Auch diese Oberflächenbehandlung kann mit Geschwindigkeiten erfolgen, die denen des Hochgeschwindigkeitsschleifens entsprechen, wobei auch hier Bearbeitungszeit und eventuell Druck, üblicherweise nach unten, anzupassen sind.

35 Bei einem weiteren Aspekt der Erfindung wird die mindestens eine optisch nicht wirksame Fläche der Linse mit einem Laserstrahl bestrahlt, so dass die äußeren Oberflächenschichten aufgeschmolzen oder in oben beschriebenen Übergangszustand versetzt werden, so dass die Oberflächen geglättet werden und Mikrorisse, die durch die Herstellung der Facette oder der gesamten Linse mit Facette verursacht wurden, verringert oder eliminiert werden. Zum Überführen in den Übergangszustand oder den aufgeschmolze-

nen Zustand werden Temperaturen von 500°C, vorzugsweise 700°C, oder mehr aufgebracht.

5 Dabei kann zusätzlich noch Anpressdruck, vorzugsweise mit einem ausreichend glatten Bearbeitungsmittel, auf die behandelte optisch nicht wirksame Fläche der Linse aufgebracht werden. Dies kann sowohl statisch als auch mittels einer Drehbewegung des Bearbeitungsmittels über die zu bearbeitende Oberfläche erfolgen.

10 Die Erfindung bezieht sich auch auf ein Linsensystem, bei dem mindestens eine dieser Linsen mindestens eine optisch nicht wirksame Fläche aufweist, die wie oben beschrieben behandelt ist.

15 Ferner bezieht sich die Erfindung auch auf Endoskope, die ein Stabliniensystem mit einer oder mehreren Linsen mit mindestens einer erfindungsgemäß behandelten optisch nicht wirksamen Oberfläche umfassen.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand spezieller Ausführungsbeispiele beschrieben, die durch die folgenden Figuren illustriert sind. Dabei zeigen:

20 Fig. 1 ein Endoskop mit einem Stabliniensystem, das eine erfindungsgemäße Linse gemäß Fig. 3 aufweist;

Fig. 2 einen Ausschnitt eines Stabliniensystems mit einer erfindungsgemäßen knochenförmigen Stablinse gemäß Fig. 3;

25

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Stablinse mit Facetten;

30 Fig. 4a eine Facette, die einen 45°-Winkel zur Mittelebene der Linse aufweist, und einen axialen Endabschnitt der radialen Linsenumfangsfläche einer erfindungsgemäßen knochenförmigen Stablinse;

Fig. 4b eine Ausschnitt wie Fig. 4a, im Gegensatz zu dieser allerdings mit einem 30°-Facettenwinkel zur Mittelebene der Linse;

35 Fig. 4c eine Ausschnitt wie Fig. 4a, im Gegensatz zu dieser allerdings mit einer Facette, die als Radius zwischen der optisch wirksamen Fläche der Linse und deren die Linsenhalterung berührenden Umfangsfläche ausgebildet ist;



Fig. 5a eine Prinzipskizze der Auswirkung einer quantitativen Behandlung der Oberflächenrauigkeit einer Linse, d.h. bezüglich der Rauigkeitstiefe der Oberfläche;

5 Fig. 5b eine Prinzipskizze der Auswirkung einer qualitativen Behandlung der Oberflächenrauigkeit einer Linse, d.h. bezüglich der Rauigkeitsstruktur der Oberfläche;

Fig. 6 schematisch Risse bzw. Mikrorisse in den äußeren Schichten einer Facette und Facetten-nahen Bereichen der Linse, wie sie z.B. beim Schleifen der Facette entstehen können;

10

Im Folgenden werden Ausführungsbeispiele beschrieben, mit denen die Erfindung verwirklicht werden kann.

Fig. 1 zeigt ein Endoskop 1, in dem ein Stablinsensystem 2 eingesetzt ist.

15

Ein Ausschnitt eines Stablinsensystems 2 ist in Fig. 2 näher dargestellt. Hierbei handelt es sich um ein System 2, das aus knochenförmigen Stablinsen 3 besteht, die mit einem Abstandshalter 4 beabstandet sind. Der Abstandshalter 4 befindet sich zwischen den zwei Stablinsen 3, und diese Bauteile werden durch Verschraubung aneinander gepresst.

20 Dazu werden zwei hülsenförmige Schaftbauteile 5 verschraubt, so dass ein sich auf einer ersten Seite befindendes erstes Schaftbauteil 5 eine auf der ersten Seite gelegene erste äußere Linse 3 axial mit Kraft zu einer zweiten Seite hin beaufschlagt und ein sich auf der zweiten Seite befindendes zweites Schaftbauteil 5 eine auf der zweiten Seite gelegene zweite äußere Linse 3 axial mit Kraft zur ersten Seite hin beaufschlagt. Zwischen den mit Kraft beaufschlagten Linsen ist der Abstandshalter angebracht, so dass das System 2 aus den zwei Stablinsen 3 und dem Abstandshalter 4 axial festgelegt gepresst ist.

25

Die Abstandshalter 4 sind an Stellen an die Linsen gedrückt, die sich an äußeren Kreisringen auf den optisch wirksamen Flächen 6 befinden.

30

Um die Wahrscheinlichkeit einer Beschädigung der Linsen 3 durch die Abstandshalter 4, besonders aber durch Kräfte gering zu halten, die bei einer Biegung des Schafts 5 an Berührungspunkten zwischen dem Schaft 5 und der Kante zwischen optisch wirksamer Fläche 6 und Umfangsfläche 7 der Linse 3 auf diesen Eckpunkt wirken, sind die Randwinkel  $\mu$  zwischen optisch wirksamen Flächen 6 und radialen Umfangsflächen 7 der Linsen 3 vergrößert, um einem Bruch an den durch diese Winkel bestimmten Kanten vorzubeugen.

35

Die Vergrößerung dieser Randwinkel ist eine Anfasung der den Innenwinkel  $\mu$  aufweisenden Kanten, wie in den Figuren 4a bis 4c gezeigt ist, also eine Teilung des Winkels  $\mu$  in

zwei Einzelwinkel. Diese Fase 8, die man Facette 8 nennt ist so klein, dass die Abstandshülse 4, bzw. deren Innenkante, radial innerhalb des Bereichs der Facette an der Linse, also nach wie vor ihrer optisch wirksamen Fläche, ansteht. Wie in Fig. 4a gezeigt werden Facetten 8 oft in einem 45°-Winkel zur Linsenachse, d.h. mit einem 45°-Winkel zur radialen Umfangsfläche 7 der Linse 3 und einem Winkel von annähernd 45° zur optisch wirksamen Fläche 6, angefertigt. Letzterer Winkel ist durch die Linsenkrümmung geringfügig kleiner als eben jene 45°. Die genannte Ausführungsform bewirkt zwei im Prinzip gleiche resultierende Winkel, mithin als kleinsten der beiden resultierenden Winkel einen größtmöglichen Winkel, was geringste Gefahr von Ausbrechen der Linsen-  
 5 kante durch das Anpressen der Abstandshülse 4 bedeutet.

Bei einer weiteren Ausführungsform, die in Fig. 4b gezeigt ist, weist die Facette 8 einen 60°-Winkel zur optisch wirksamen Fläche 6 und einen 30°-Winkel zur Linsenachse auf. Diese Struktur hat zwar den Nachteil, dass die Abstandshülse 4, d.h. der Abstandshalter  
 15 4, auf eine Fläche, die optisch wirksame Fläche, stoßen, die zur Facette 8 stärker abgekantet ist und damit leichter brechen kann, jedoch ist der Winkel der Facette 8 zur Umfangsfläche 7 der Linse 3 kleiner, welcher entscheidend ist für ein Brechen der Facette 8 bei einer Biegung des Schafts 5. Hierbei treten Kräfte auf, die an Berührungspunkten zwischen dem Schaft 5 und der Kante zwischen optisch wirksamer Fläche 6 und Um-  
 20 fangsfläche 7 der Linse 3 auf diesen Eckpunkt wirken. Mikroskopisch gesehen ist die Auflagefläche bei einer geringer abgekanteten Facettenfläche 8, z.B. 30°, größer als bei einer mit 45° abgekanteten Facettenfläche 8. Dies wirkt sich wesentlich aus in Bezug auf die Bruchsicherheit der Kante zwischen optisch wirksamer Fläche 6 und Umfangsfläche 7.

Eine in Bezug auf diese Bruchsicherheit ideale Form der Facette 8 ist in Fig. 4c dargestellt: Hier ist die Facette 8 als stetiger Übergang 8, d.h. als Radius 8, von der radialen Umfangsfläche 7 zur optisch wirksamen Fläche 6 ausgeführt. Durch diesen stetigen Übergang existiert keine Kante, an der deutliche Drucküberhöhung bei Schaftbiegung auftreten kann. Ebenso liegt keine Kante am Übergang zwischen optisch wirksamer  
 25 Fläche 6 und Facette 8 vor, wodurch ein Ausbrechen von Teilen aus der Facette 8 durch den Anpressdruck der Abstandshülse 4 minimiert ist.

Wie in den Figuren 5a und 5b gezeigt ist, sind die Oberflächen der Facetten 8 sowie der radial äußeren Flächen 7 der Linsen nach dem herkömmlichen Schleifen, vorzugsweise  
 35 der gesamten Linse 3, so behandelt, dass sie in einem glatten Zustand vorliegen.

Dabei liegt eine Oberfläche 7, 8 vor, deren Rauigkeitstiefe verringert ist, wie in Fig. 5a gezeigt ist, und deren Rauigkeitsstruktur weniger schroff ist, wie in Fig. 5b gezeigt ist, d.h. die mikroskopischen Erhebungen 9, bzw. Vertiefungen 9' sind mit sanfteren Über-

gängen versehen. Mikrorisse 10, wie sie nach einer herkömmlichen Schleifbehandlung vorliegen können, sind in der erfinderischen, also glatten Oberfläche der Facette 8 und/oder Umfangsfläche 7 eliminiert oder zumindest signifikant verringert oder verkleinert, somit bestehen weniger oder keine Mikrorisse, deren Rissfortschritt die gesamte Linse 3 schädigen oder zerstören kann, und durch glattere mikrorissfreiere Oberfläche 7, 8 bestehen auch weniger Keime für eine Rissbildung.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel entspricht der Abschnitt, in dem die radiale Umfangsfläche 7 der Linse 3 glatt ist, genau dem Abschnitt 3' der knochenförmigen Linse 3 mit großem Radius, wohingegen der Abschnitt 3'' der knochenförmigen Linse 3 mit kleinem Radius nach der herkömmlichen Schleifbehandlung nicht glatt ist.

Gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die mindestens eine optisch nicht wirksame Fläche 7, 8 gemäß ISO 10110 spiegelnd und ist durch Sichtprobe als poliert zu bezeichnen.

Die Güte der spiegelnden Oberfläche 7, 8 entspricht vorzugsweise der Iso-Norm P1 für Oberflächenrauigkeit, kann aber auch z.B. P2 oder noch feiner entsprechen.

Außer durch Polieren mit einem Poliermittel (Ceroxid, Eisenoxid, Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid, auch anderes Metalloxid, oder Diamant) als Paste oder kann die zu behandelnde Oberfläche gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel durch ein sogenanntes Polierschleifen angefertigt werden, wobei ein Poliermittel verwendet wird, das aus Diamant, Korngröße D7, oder einem anderen der oben genannten eigentlichen polierenden Mittel, und Gießharz als Poliermittelträger (alternativ: Pech; Hartgewebe; Hartpapier; PU-Folien; Filz; andere Kunststoffe) besteht. Dabei bindet der Poliermittelträger das polierende Mittel, und die resultierende Oberfläche weist die geeignete Rauigkeit auf, um den Polierschleifvorgang mit dem gewünschten Ergebnis (hier: Rauigkeit nach Iso-Norm P1) durchführen zu können.

Die Erfindung ist nicht auf beschriebene Ausführungsformen beschränkt, sondern kann in geeigneter Weise abgeändert und modifiziert werden ohne den Schutzbereich der Patentansprüche zu verlassen.

### Patentansprüche

1. Linse (3) mit einer Oberfläche, die mindestens einen optisch wirksamen (6) und mindestens einen optisch nicht wirksamen Bereich (7, 8) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein optisch nicht wirksamer Oberflächenbereich (7, 8) mindestens einen glatten Oberflächenteilbereich enthält.
2. Linse (3) nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein optisch nicht wirksamer Oberflächenbereich (7, 8) mindestens einen schleifrauen Oberflächenteilbereich enthält.
3. Linse (3) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein mechanischen Belastungen ausgesetzter Oberflächenteilbereich (7, 8) mindestens einen glatten Oberflächenteilbereich enthält.
4. Linse (3) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Facette (8), die sich zwischen einem optisch wirksamen Oberflächenbereich (6) und einer radialen Umfangsfläche (7) der Linse (3) befindet, mindestens einen glatten Oberflächenteilbereich enthält.
5. Linse (3) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine radiale Umfangsfläche (7) der Linse (3) mindestens einen glatten Oberflächenteilbereich enthält.
6. Linse (3) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Linse (3) eine Stablinse ist.
7. Linse (3) nach Patentanspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein axialer Endabschnitt mindestens einer radialen Umfangsfläche (7) der Linse (3) mindestens einen glatten Oberflächenteilbereich enthält.
8. Linse (3) nach Patentanspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Linse (3) eine knochenförmige Linse (3) ist und der mindestens einen Oberflächenbereich (7, 8) eine radiale Umfangsfläche (7) der knochenförmigen Linse (3) ist, die im Durchmesser gegenüber inneren radialen Umfangsflächen (7) der knochenförmigen Linse (3) erweitert ist.

9. Linse (3) nach einem der vorhergehenden Patentansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine glatte Oberflächenteilbereich (7, 8) nach dem Oberflächenbehandeln eine spiegelnde Oberfläche aufweist oder poliert ist.
10. Linse (3) nach Patentanspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der mindestens eine glatte Oberflächenteilbereich (7, 8) der Linse (3) nach Iso-Norm Klasse P1 oder feiner poliert ist.
11. Verfahren zum Herstellen einer Linse mit einer Oberfläche, die mindestens einen optisch wirksamen (6) und mindestens einen optisch nicht wirksamen Bereich (7, 8) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Oberflächenteilbereich des mindestens einen optisch nicht wirksamen Oberflächenbereichs (7, 8) geglättet wird.
12. Verfahren nach Patentanspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Oberflächenteilbereich poliert wird.
13. Verfahren nach Patentanspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Polieren mit einem Poliermittelträger auf Pech-Basis, Hartgewebe-Basis, PU-Folien-Basis, Filz-Basis, Kunststoff-Basis und/oder Gießharz-Basis und mit einem ein Metalloxid oder Diamant aufweisenden Poliermittel bewirkt wird.
14. Verfahren nach einem der Patentansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren ein Polieren durch Hochgeschwindigkeitsschleifen ist.
15. Verfahren nach Patentanspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der zumindest eine Oberflächenteilbereich bis zur Erweichungstemperatur erwärmt wird.
16. Verfahren nach Patentanspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erwärmung durch eine Reibdrehbewegung bewirkt wird.
17. Verfahren nach Patentanspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Reibdrehbewegung eine dem Hochgeschwindigkeitsschleifen ähnliche Reibdrehbewegung ist.
18. Verfahren nach Patentanspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Oberflächenteilbereich (7, 8) durch Behandeln mittels Laser-Bestrahlung erwärmt wird.
19. Verfahren nach einem der Patentansprüche 15 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** dabei die Oberflächentemperatur mindestens 500°C beträgt.

20. Verfahren nach einem der Patentansprüche 11 bis 19, **dadurch gekennzeichnet, dass eine Facette (8) geglättet wird.**
21. Verfahren nach Patentanspruch 20, **dadurch gekennzeichnet, dass die Facette (8) durch die Glättung hergestellt wird.**
22. Linsensystem (2), das mindestens eine Linse (3) nach einem der Patentansprüche 1 bis 10 aufweist.
23. Endoskop (1) mit einem Stablinsensystem (2) nach Patentanspruch 22.

### Zusammenfassung

Linse (3) mit einer oder mehreren optisch wirksamen und mit einer oder mehreren optisch nicht wirksamen Flächen, bei der ein Teil der optisch nicht wirksamen Fläche (7, 8) oder Flächen, insbesondere eine Linsenfacette und/oder radiale Umfangsfläche (7) einer Linse (3), glatt ist, sowie Verfahren zum Glätten eines Teils einer oder mehrerer optisch nicht wirksamer Flächen (7, 8) einer Linse (3), insbesondere einer Linsenfacette und/oder radialen Umfangsfläche (7) einer Linse (3).

[Fig. 3]

Fig. 1

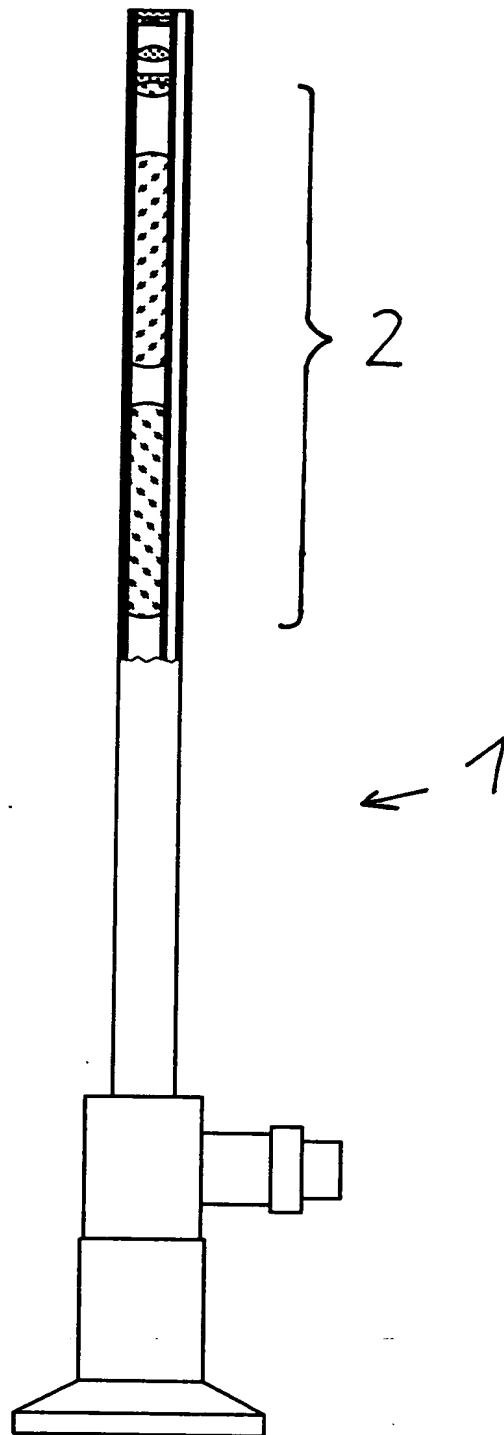




Fig. 2

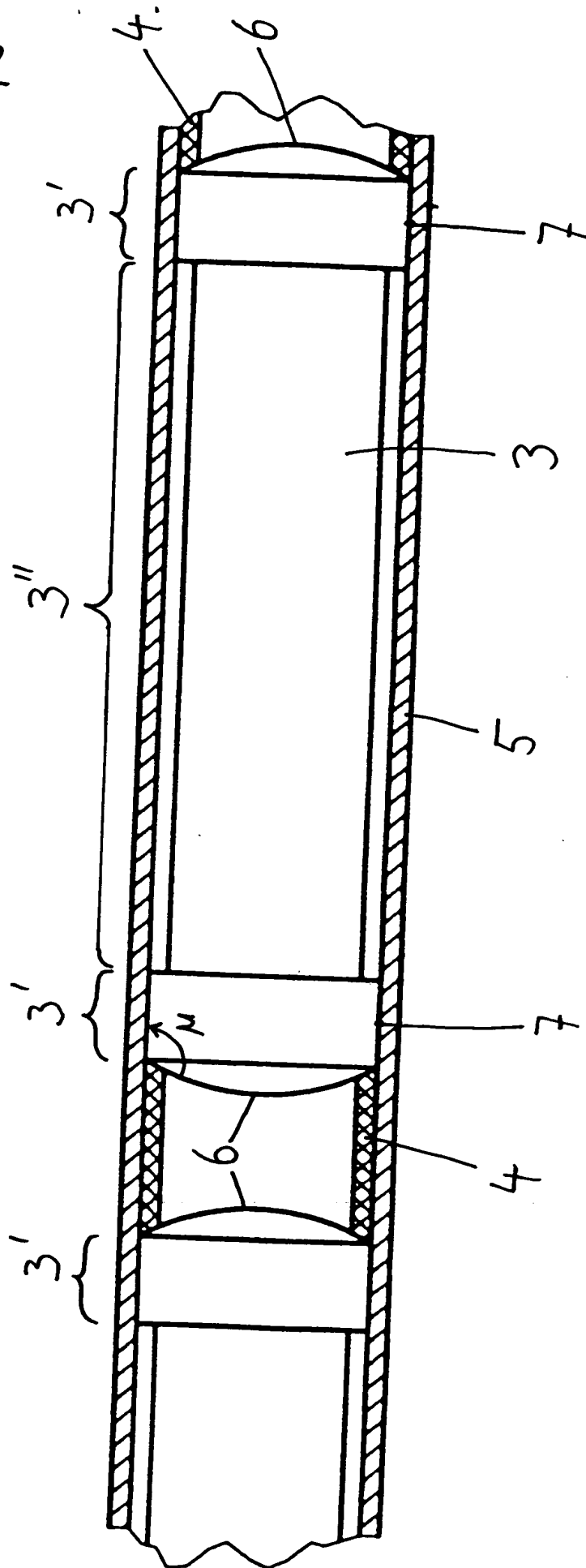


Fig. 3

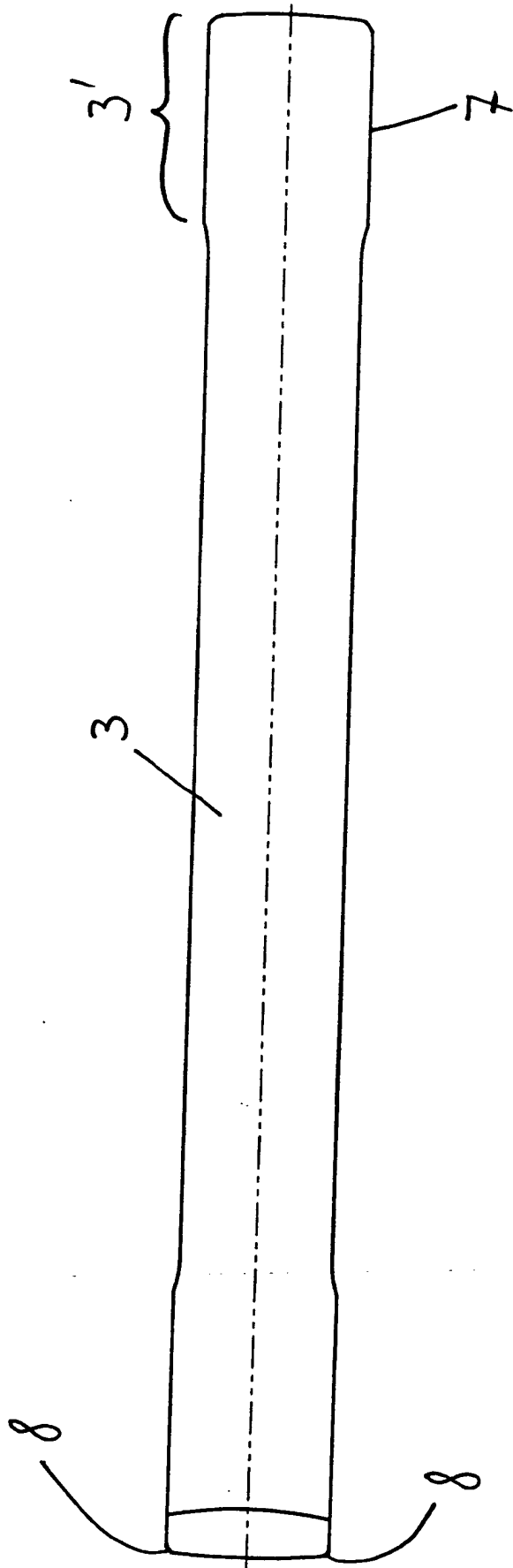


Fig. 4a

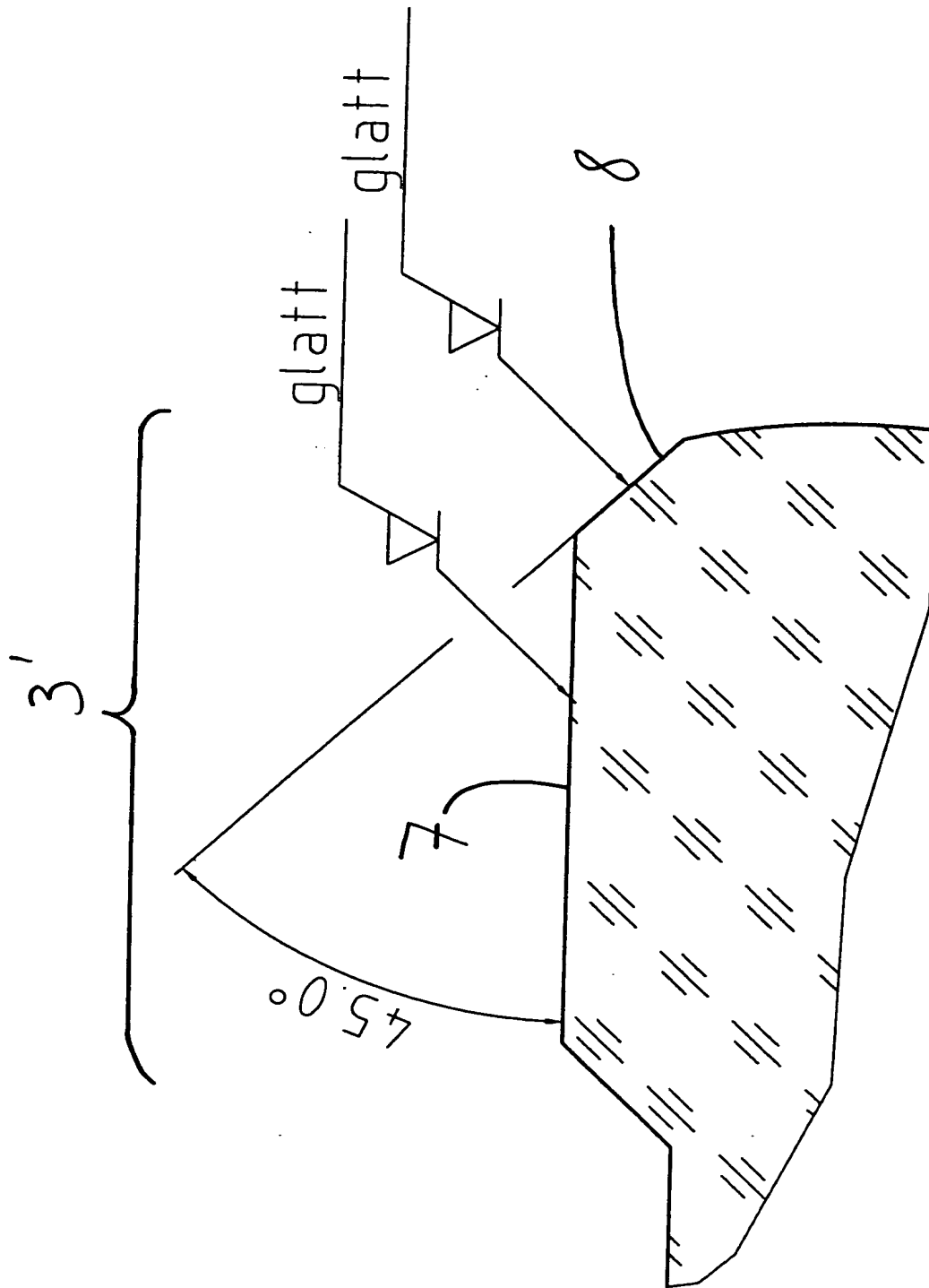


Fig. 4b

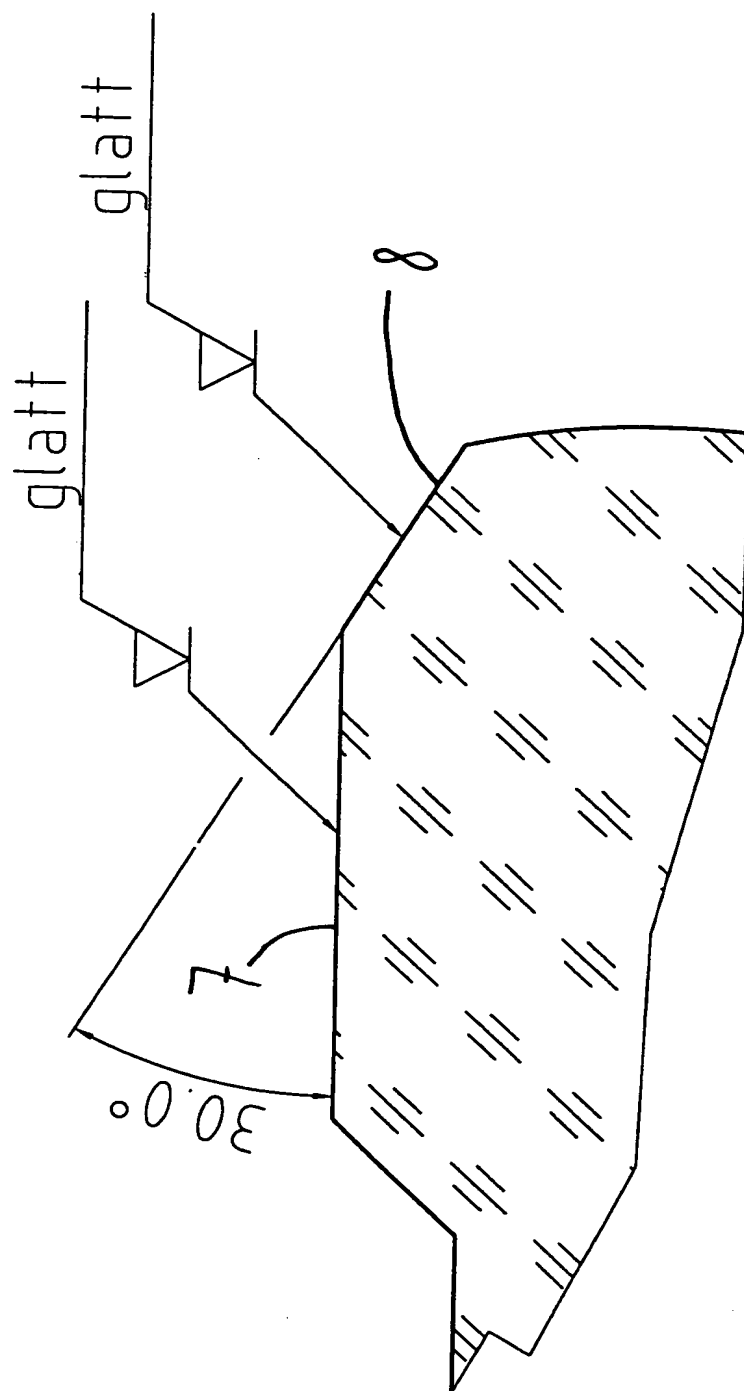


Fig. 4c

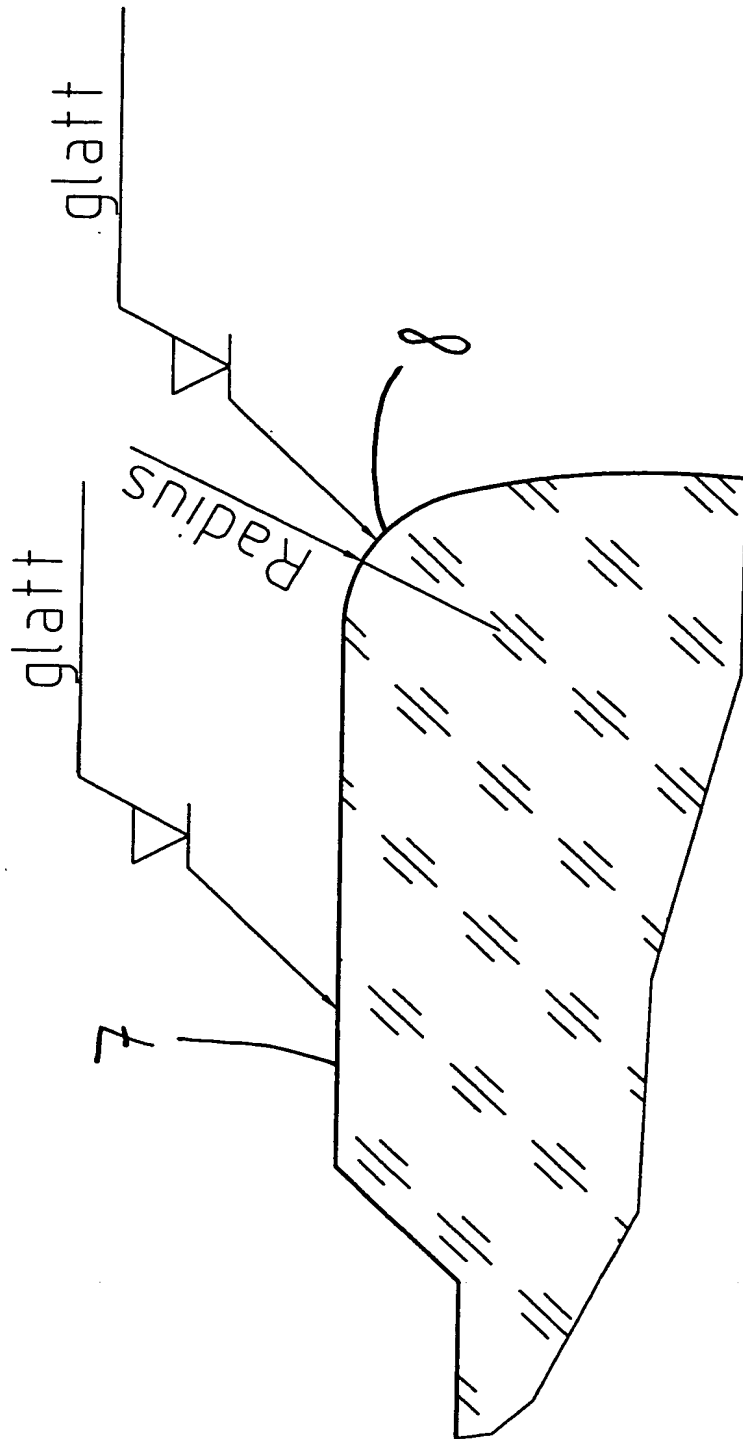


Fig. 5a

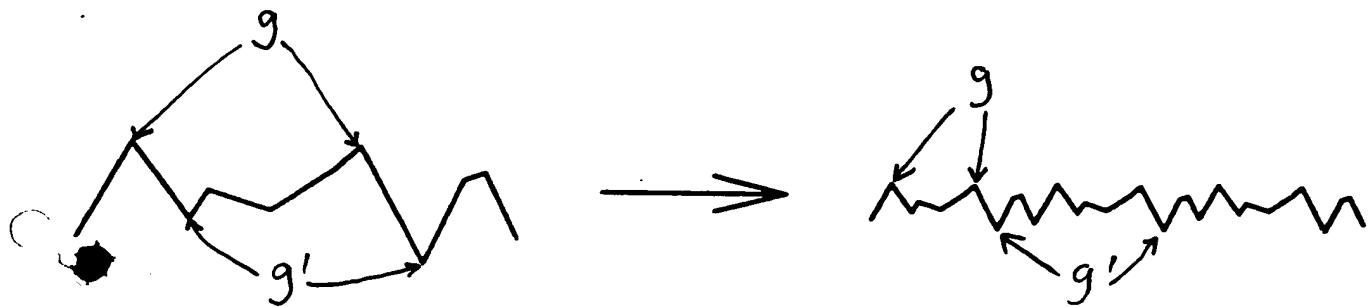


Fig. 5b

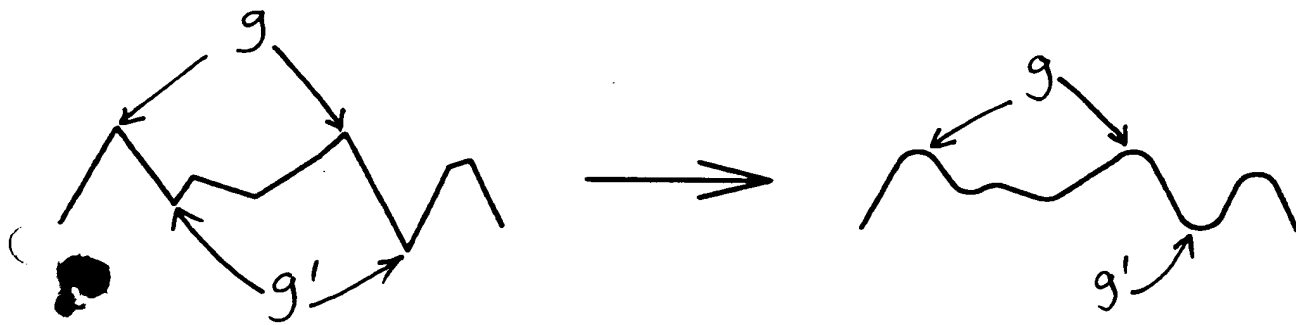


Fig. 6

